

Session : comment les scientifiques intègrent la demande des usagers ?

Les scientifiques face à la demande sociale pour la construction d'indicateurs de gestion des récifs coralliens : itinéraire méthodologique

Emilie Mirault¹, Gilbert David², Martine Antona³

Résumé

La nécessité de concilier protection de l'environnement et développement socio-économique est au cœur de la problématique de la gestion du littoral récifal à la Réunion. Cette situation permet de confronter le point de vue des scientifiques à la demande en matière d'indicateurs de gestion. Elle nous a conduit à développer un itinéraire méthodologique en trois étapes : l'analyse du géo-éco-sociosystème récifal, l'identification des fonctions socio-économiques assurées par l'écosystème corallien et les valeurs qui s'y rattachent, la construction d'indicateurs de nature socio-économique venant en appui à la gestion intégrée du littoral. La communication met l'accent sur les indicateurs économiques et sociaux qui, jusqu'à présent, ont été ignorés des gestionnaires du milieu, à la différence des indicateurs d'ordre écologique. Ces indicateurs ont été développés à dire d'experts pour répondre à une demande sociale potentielle. Pour l'instant l'unique demande sociale formulée par les acteurs à l'égard des scientifiques, porte sur les indicateurs de gestion de crise environnementale. La demande est donc limitée et devrait s'élargir à condition que les représentations que les acteurs et les scientifiques se font du système à gérer se rapprochent, et que des relations régulières s'instaurent entre les deux parties pour aboutir à des co-constructions, d'abord en ce qui concerne la demande sociale puis l'offre d'indicateurs.

Mots clef : crise, pilotage de système, indicateurs, développement durable, île, récifs coralliens,

Introduction

Le milieu corallien est un des plus riches de la planète en termes de biodiversité. On estime qu'il abrite environ un quart de la richesse spécifique des eaux marines (Moberg et Rönnback, 2003) ; c'est également un des plus menacés, notamment par les activités humaines (Salvat, 1987). En 1998, lors du premier rapport de l'ICRI sur l'état de santé des récifs à l'échelle mondiale, il était estimé que 10 % des surfaces en récif au début du XX^e siècle étaient définitivement détruites, et 30 % en voie d'intense dégradation (Wilkinson, 1998). La mise en place d'aires marine protégées (AMP) constitue une parade désormais classique à ces menaces de dégradation (Salm *et al.*, 1984). Afin d'évaluer les impacts de ces mesures sur la biodiversité locale, des procédures d'évaluation des états « zéro » biologique, économique et social des AMP et de suivi de l'effet réserve ont été progressivement mises au point (Schmidt et Osenberg, 1996 ; Russ, 2002 ; Gell et Roberts, 2003 ; Sales *et al.*, 2005). Ces méthodes s'appuient notamment sur l'élaboration d'indicateurs. Reposant sur l'examen de la littérature scientifique internationale, une synthèse récente a montré que si de nombreux indicateurs étaient proposés au gré des études, il n'existait encore aucun tableau de bord normalisé d'indicateurs (Pelletier *et al.*, 2005).

¹ IRD Réunion, emilie.mirault@la-reunion.ird.fr

² IRD Réunion, gilbert.david@la-reunion.ird.fr

³ CIRAD Montpellier, martine.antona@cirad.fr

La démarche suivie dans la présente communication est différente. Elle repose sur un cas d'étude unique, la Réunion, et part d'une situation concrète : la gestion du milieu corallien, qui permet de confronter le point de vue des scientifiques à la demande sociale en matière d'indicateurs de gestion. La création d'une réserve nationale marine qui intégrerait la majeure partie des formations récifales de l'île est en cours à la Réunion. Ses promoteurs espèrent que la création d'espaces sanctuaires et de zones où les usages seront réglementés, suffiront à assurer une protection efficace du milieu récifal, car ce milieu est d'autant plus vulnérable qu'il occupe une superficie limitée (12 km²) et est fortement attractif pour la petite pêche et le tourisme balnéaire. Mais le contexte géographique est contraignant - une plaine littorale très réduite et des versants raides sur lesquels l'urbanisation progresse rapidement -. Ce dispositif devra donc être complété par une démarche de gestion intégrée littoral/bassin versant, à condition que les pouvoirs publics, notamment les élus communaux en voient la nécessité. La communication met l'accent sur les indicateurs de nature socio-économique qui jusqu'à présent ont été ignorés des gestionnaires du milieu, à la différence des indicateurs d'ordre écologique à propos desquels une réflexion a été conduite en 1997 et 1998 dans le cadre du programme Régional Environnement de la Commission de l'Océan Indien⁴ (Conand *et al.*, 1998). Cette démarche, que nous qualifierons d'itinéraire méthodologique, se décline en trois étapes principales dont la présentation est au centre de la présente communication. Elle sera suivie d'une discussion relative à la demande sociale en matière d'indicateurs de gestion. Mais avant, revenons sur la construction des indicateurs.

I. Deux grandes tendances dans la construction des indicateurs

L'analyse de la littérature internationale sur les indicateurs de suivi des récifs coralliens montre deux grandes tendances. Les études⁵ sont généralement conduites selon une approche disciplinaire, ce qui exclut toute velléité de mise en cohérence des indicateurs d'ordres biologique, économique et social, pour gérer un site donné (Russ, 2002 ; Pelletier *et al.*, 2005). Dans le cas de l'effet réserve, même si une telle volonté était formulée, elle se heurterait au manque d'indicateurs caractérisant les systèmes sociaux et leur fonctionnement. La majorité des travaux relève de l'écologie et un petit nombre de l'économie. Quant aux autres sciences sociales, elles sont très peu mobilisées sur ce thème (Pelletier *et al.*, 2005). Dans le cas de la pêche récifale, les mêmes remarques peuvent être formulées (Clua *et al.* 2005). Or celle-ci revêt une importance économique et sociale considérable à l'échelle de la zone intertropicale, en raison du nombre de familles qui en bénéficient de manière directe ou indirecte.

La méthode suivie pour collecter un jeu d'indicateurs pertinent consiste en l'assemblage d'indicateurs issus de la littérature scientifique. Pour nombre de scientifiques, l'objectif ultime est alors la production d'indicateurs synthétiques issus d'une modélisation mobilisant en entrée ces indicateurs considérés comme robustes, car validés par le système d'évaluation des revues scientifiques internationales dans lesquelles ils sont publiés. Si les résultats globaux de ces études sont intéressants, on peut toutefois s'interroger sur l'efficacité de la méthode suivie pour collecter des indicateurs pertinents qui seraient cohérents les uns avec les autres. D'une part, la littérature relative aux indicateurs de l'effet réserve ne s'intéresse guère aux plans de gestion des AMP ni à leur pilotage au quotidien, laissant donc de côté une source potentielle d'indicateurs publiés dans les rapports, guides et manuels (Salm *et al.*, 1984 ; Pomeroy *et al.*, 2004). D'autre part, ces indicateurs de nature

⁴ La Commission de l'Océan Indien se compose de cinq membres : les Comores, Madagascar, Maurice, les Seychelles, la France-Réunion.

⁵ Ces études relèvent en général de « l'observation de terrain », terme recouvrant le recueil de données *in situ* et leur traitement, et qui constitue la forme la plus usuelle de recherche sur les milieux coralliens et leur gestion.

disciplinaire ne sont pas suffisamment génériques pour que leur pertinence dépasse le cadre géographique de l'étude qui a permis leur construction. Dès lors, il est illusoire d'espérer que la collation d'indicateurs si divers puisse déboucher sur un tableau de bord cohérent.

L'élaboration de jeu d'indicateurs selon cette méthode renvoie donc à la production de connaissances scientifiques, tout en posant la question de la cohérence de ces différents indicateurs entre eux. Cette élaboration n'apparaît pas liée à une demande exprimée par des gestionnaires ou des groupes d'utilisateurs, et ne teste pas l'usage de ces indicateurs par ces acteurs. Les résultats de ces recherches étant publiés dans la littérature internationale, il est illusoire d'espérer que ces indicateurs soient utilisés par les gestionnaires du milieu récifal, si les scientifiques ne s'impliquent pas activement dans la restitution de leurs résultats auprès des acteurs concernés. La question de la restitution est d'autant plus aiguë quand les indicateurs sont issus d'une modélisation.

A l'autre extrême, d'autres approches proposent d'élaborer des indicateurs sur une base locale, multidisciplinaire, en réponse à une demande précise exprimée par des utilisateurs et avec une association de ces utilisateurs à cette élaboration. Cette démarche a été suivie par l'IRD pour la gestion de la lentille d'eau à Lifou (Lille, 2004), ou initiée par la Commission Environnement littoral de la Datar (CEL, 2002). L'élaboration d'indicateurs de ce type se caractérise par des besoins d'adaptation des indicateurs proposés, des problèmes de coût et d'organisation des interactions entre scientifiques et acteurs. Elle pose aussi la question de généralité des indicateurs proposés, et donc des échelles temporelles et spatiales auxquelles ils sont pertinents.

La plupart des situations se situent entre ces deux extrêmes. Au total, on peut recenser six modalités différentes pour construire des indicateurs de gestion de l'environnement, catégorie dans laquelle s'inscrivent les récifs coralliens: l'observation de terrain, la compilation bibliographique d'indicateurs, la modélisation, le dire d'expert en réponse à une demande sociale potentielle, la co-construction avec les acteurs ayant initié une demande sociale. Cette classification met en avant la demande sociale comme variable structurante de la construction d'indicateurs qui pourrait ainsi être représentée selon un gradient de prise en compte de cette demande sociale (tableau 1). L'itinéraire méthodologique suivi à la Réunion et qui va maintenant être exposé relève du dire d'experts en réponse à une demande potentielle. Il correspond donc à une situation intermédiaire entre les deux extrêmes qui viennent d'être mentionnées: la co-construction avec les acteurs et la non prise en compte de la demande sociale.

Tableau 1 – Gradation des modes de constructions des indicateurs de gestion de l'environnement par les scientifiques selon la demande sociale

| Prise en compte de la demande sociale | | | | |
|---|--------------------------------------|---|---|--|
| Nulle | Nulle/ partielle | Modérée | Modérée | Forte |
| Compilation bibliographique Modélisation écologique standard | Observation disciplinaire de terrain | Dire d'experts en réponse à une demande potentielle | Observations et/ou dire d'experts en réponse à une demande exprimée | Co-construction avec les acteurs de la demande sociale |

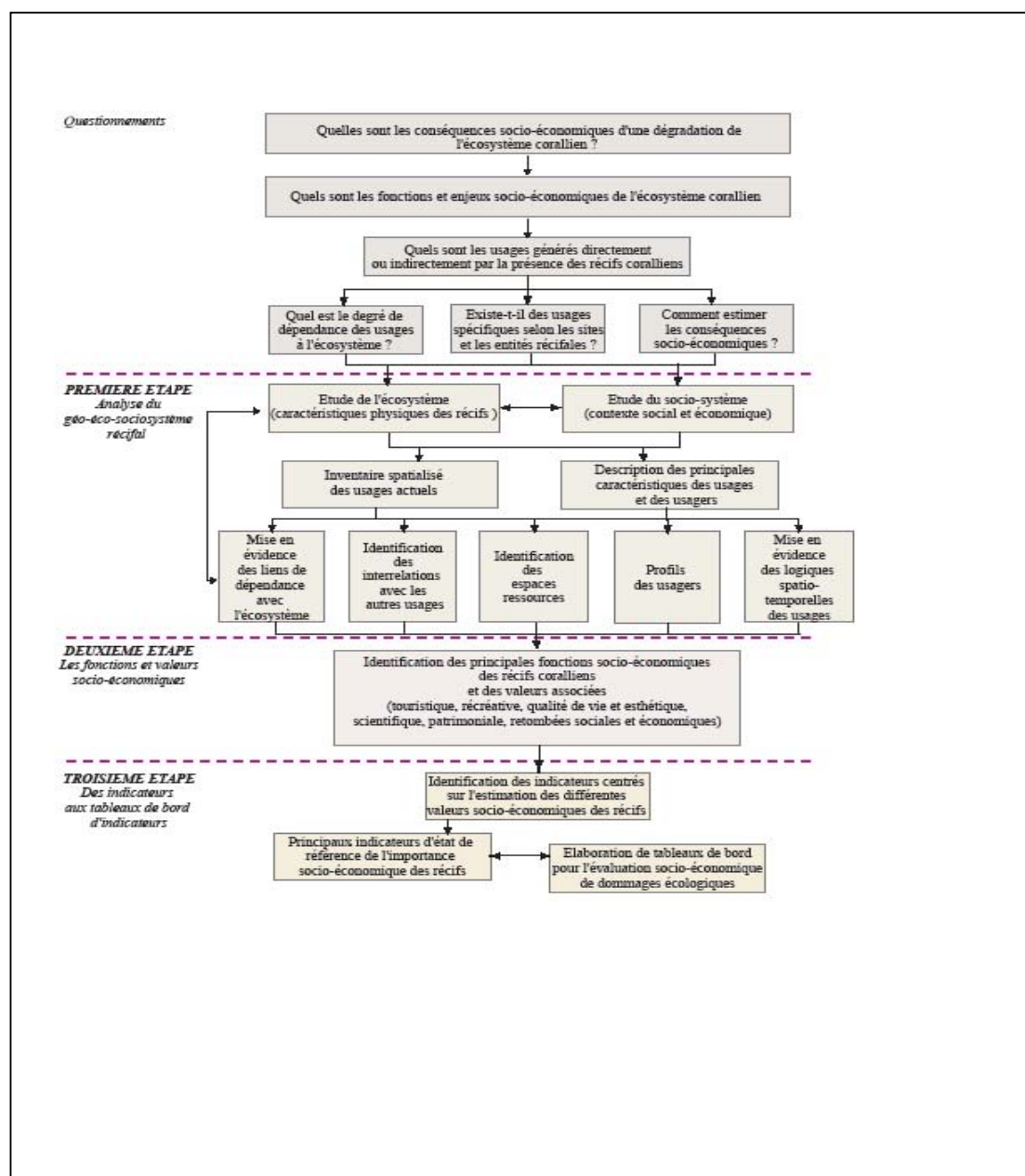
II. L'itinéraire méthodologique suivi à la Réunion

Cet itinéraire méthodologique s'est construit à partir de questions relatives à une gestion raisonnée des récifs coralliens de l'île de la Réunion (Mirault, 2006). Au-delà des fonctions écologiques, l'écosystème corallien assure également des fonctions sociales et économiques

porteuses d'enjeux pour l'homme qui conduisent à s'interroger sur les conséquences socio-économiques qu'une dégradation de l'écosystème récifal pourrait provoquer. Afin d'être en mesure d'apporter des éléments de réponse à cette question principale, il est impératif de s'interroger au préalable sur les véritables fonctions et enjeux socio-économiques, autrement dit sur les services rendus par les récifs coralliens à l'homme, à partir des usages qu'il en fait directement ou indirectement.

A partir de ce questionnement, l'itinéraire méthodologique suivi se décline en trois étapes principales : a) l'analyse du géo-éco-sociosystème récifal, système spatial qui englobe le milieu récifal et l'ensemble de ses usagers ; b) l'identification des fonctions socio-économiques assurées par l'écosystème corallien et les valeurs qui s'y rattachent c) l'élaboration d'indicateurs et leur combinaison en un tableau de bord synthétique (figure 1). Compte tenu du thème de la présente session et de la place impartie à chaque communication nous mettrons l'accent ici sur la dernière étape de la méthode.

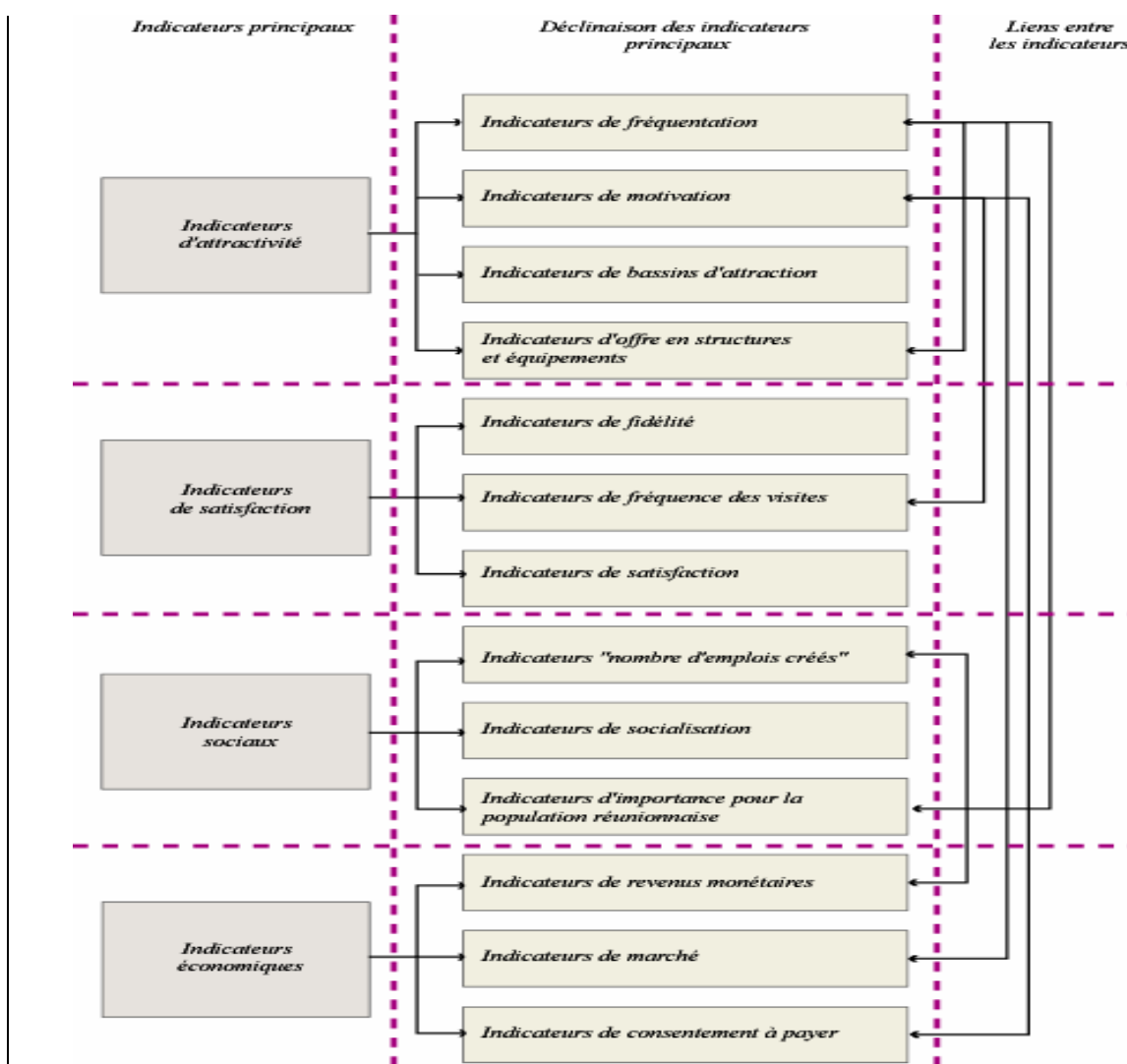
Figure 1 – L'itinéraire méthodologique



1) Elaboration des indicateurs

L'étude des usages, le comportement et les motivations des usagers a permis de révéler et définir les différents rôles joués par l'écosystème auprès des hommes dans une société et un temps donnés et par conséquent ses principales fonctions socio-économiques (fonctions récréatives, touristiques, alimentaires, cadre de vie et esthétiques, scientifiques, culturelles, économiques et sociales). Rappelons que la finalité dans laquelle nous envisageons l'estimation des différentes valeurs socio-économiques des actifs naturels des récifs coralliens est de connaître leur contribution au bien-être individuel et collectif. Dans cette perspective, l'appréciation des valeurs socio-économiques à partir des valeurs dites d'usage semble tout à fait appropriée, même si cette approche reste insuffisante. Dans le cas des récifs réunionnais nous avons identifié des valeurs touristiques, récréatives, cadre de vie et esthétiques, culturelles, scientifiques, alimentaires, patrimoniales ayant chacune une dimension économique et sociale. Les indicateurs qui s'y rapportent ont été choisis selon leur capacité d'une part à expliciter une situation de référence (les valeurs liées à l'écosystème et les enjeux socio-économiques associés) et d'autre part à préparer des évaluations futures. Au total une quarantaine d'indicateurs ont été élaborés pouvant être regroupés en quatre grandes catégories : les indicateurs d'attractivité, les indicateurs de satisfaction des usagers, les indicateurs sociaux et les indicateurs économiques (figure 2).

Figure 2 – Les principaux indicateurs retenus



Malgré sa complexité, la notion d'*attractivité*⁶ présente l'intérêt de se prêter à une approche objective et chiffrée. La fréquentation, la motivation, les bassins d'attraction, l'offre en équipements et structures sont autant d'indicateurs révélant les valeurs récréatives et touristiques des sites via l'attractivité qu'ils exercent sur les usagers. En complément des données d'attractivité, le degré de *satisfaction* qu'éprouvent ces derniers est également un bon indicateur de la valeur de ces sites. Les indicateurs sociaux ont pour objet d'estimer l'impact sur l'ensemble de la collectivité des différents usages des récifs et activités associées. Trois d'entre eux ont été retenus : le nombre d'emplois, les rapports sociaux⁷ et l'importance pour la population réunionnaise⁸. En revanche, les indicateurs *économiques* relèvent de deux finalités différentes. Estimés à partir des chiffres d'affaire, les indicateurs de revenus monétaires s'attachent à estimer les retombées économiques des différents usages et activités pratiqués grâce à la présence des récifs. Les indicateurs de marché et de consentement à payer, bien que de nature économique et exprimés en unité monétaire, s'attachent à révéler d'autres systèmes de valeurs que les valeurs d'usage.

Afin d'assurer une meilleure lisibilité, tous les indicateurs sont présentés sous la forme de fiche. Toutes sont construites sur le même modèle et présentent chacune un indicateur donné. Chaque indicateur est qualifié par des éléments (cf. un exemple de fiche en annexe): a) de présentation (intitulé, valeur(s) exprimée(s), types d'usages concernés, objectifs); b) de description méthodologique (méthode de calcul, unité de mesure, échelles spatiale et temporelle) ; c) de données nécessaires (nature, sources, propriétaires, accessibilité, fréquence, limites) ; de représentation des résultats. Ces derniers peuvent être présentés sur trois supports différents : diagrammes, tableaux et/ou cartes. Dans la mesure du possible et de la pertinence, le support cartographique est privilégié. L'échelle utilisée (la Réunion, le littoral récifal, les sites d'étude) est choisie en fonction de l'échelle à laquelle les données sont disponibles, de la lisibilité des résultats et de la garantie de confidentialité que nous avons assurée aux professionnels interrogés concernant certaines données économiques. Les unités géographiques de référence (les communes, les mairies annexes, les IRIS, les ILOTS et l'écosystème corallien) ont été sélectionnées selon les mêmes principes.

Passer des indicateurs descriptifs à des indicateurs synthétiques suppose une condensation de l'information contenue dans chacun des critères en une information unique. Lors de ce passage on se trouve confronté à deux difficultés majeures. Premièrement, la diversité des unités de mesure rend le processus d'agrégation des données en un indice synthétique particulièrement compliqué, voire impossible. Deuxièmement, il est difficile d'établir des pondérations entre les indicateurs à assembler (Boulanger, 2005). Nous aborderons cette question au travers de deux exemples.

2) Combinaison des indicateurs en un tableau de bord synthétique

Nous avons choisi de réaliser des tableaux de bord dans lesquels seuls les indicateurs les plus pertinents pour l'évaluation socio-économique d'une dégradation de l'environnement sont sélectionnés. Selon le type de dégradation auquel l'écosystème est confronté, les types d'usages concernés, les échelles spatio-temporelles et les conséquences socio-économiques engendrées

⁶ Attractivité : Capacité à attirer dans une direction, vers un lieu ou vers une aire ; l'attractivité est centripète et cumulative.

⁷ La pratique de certains usages permet d'établir ou de renforcer certains liens familiaux ou sociaux.

⁸ Il s'agit d'établir la proportion de réunionnais qui tire une utilité de la présence des récifs coralliens par rapport à la population totale de l'île.

différent. Un tableau de bord unique s'appliquant à tous les types de dégradation relève donc de l'utopie. En revanche, pour chacun d'eux, un tableau de bord synthétique peut être élaboré, comme l'illustre les exemples du blanchissement des coraux et de la pollution des eaux, les deux principales dégradations non mécaniques affectant les récifs de la Réunion.

Le cas du blanchissement est intéressant car il s'agit d'un phénomène de dégradation important qui passe souvent inaperçu auprès de la majorité de la population et des usagers. Les impacts varient selon l'étendue géographique, la fréquence, la durée, la gravité des épisodes et le niveau de résilience de l'écosystème, c'est-à-dire, la capacité d'une colonie individuelle, ou d'un système récifal (tous ses habitants compris), à conserver son potentiel, à se rétablir et à poursuivre son développement (Bellwood et *al.*, 2004). Estimer les impacts socio-économiques d'un tel événement est délicat. Une évaluation immédiate après les premiers signes de blanchissement comporte, en effet, un risque de mésestimation des effets réels d'un tel événement. A l'inverse, une estimation trop tardive peut comporter des biais dans la mesure où d'autres facteurs non liés au blanchissement peuvent apparaître au cours du temps et interférer dans l'évaluation. Un suivi sur plusieurs mois s'impose donc mais la démarche est coûteuse.

Les indicateurs proposés dans notre étude permettent d'évaluer les principales conséquences à différentes échelles spatio-temporelles. A court terme, les usages les plus sensibles au blanchissement sont, *a priori*, ceux qui dépendent directement de la richesse et diversité récifale (plongée sous-marine notamment)⁹. En revanche, la pêche récifale n'est affectée que plus tard lorsqu'un blanchissement étend et prolongé entraîne une mortalité corallienne massive, modifiant alors la complexité et la diversité de l'habitat. A moyen et long terme, d'autres secteurs peuvent être également touchés (secteur hôtelier, restauration...), le temps que l'annonce du blanchissement réduise le nombre de touristes. Toutefois, le véritable impact du blanchissement sur ces secteurs ne sera probablement pas visible avant plusieurs années et ne se produira probablement qu'une fois les récifs gravement endommagés.

*La pollution des eaux du lagon*¹⁰ est un phénomène qui peut être plus spectaculaire et plus rapidement visible en terme d'impacts socio-économiques. Ainsi l'interdiction de toute activité balnéaire ou nautique peut être prise par les pouvoirs publics jusqu'à ce que la pollution disparaisse. Les répercussions socio-économiques de tels événements vont crescendo avec la durée des pollutions. Les premiers secteurs affectés sont, *a priori*, ceux de la pêche, des loisirs subaquatiques, nautiques et balnéaires. Tous les indicateurs de fréquentation des sites permettent d'avoir une estimation rapide des conséquences. Une baisse significative de fréquentation des sites se répercute également sur la fréquentation des établissements de restauration, hôteliers et autres commerces situés à proximité des sites pollués.

⁹ On dit bien *a priori* car dans le cas du blanchissement de 1998 de nombreux responsables de clubs de plongée ont affirmé que les plongeurs continuaient d'apprécier les récifs même au moment le plus fort du phénomène et certains ont même avoué avoir trouvé que les coraux étaient magnifiques (phénomène de fluorescence des coraux avant blanchissement). On a l'illustration d'une différence de représentation du système entre scientifiques et usagers.

¹⁰ Les volumes d'eaux polluées atteignant les lagons ont fortement augmenté ces dernières années. Plusieurs raisons sont invoquées : l'accroissement de la consommation d'eau ; la multiplication des rejets d'eaux usées ; l'urbanisation en arrière des zones récifales qui, avec l'imperméabilisation des sols, entraîne l'accroissement des volumes d'eaux pluviales ruisselées (chargées d'engrais et de pesticides et véhiculant des polluants divers issus du milieu urbain -métaux lourds, hydrocarbures); les eaux usées industrielles rejetées le plus souvent sans traitement et ramenées sur les récifs par le jeu des courants. Parallèlement, les trajets naturels d'évacuation des eaux pluviales et des crues cycloniques ont été bouleversés.

Les tableaux 2 et 3 donnent à titre d'exemple, les indicateurs les plus pertinents pour l'évaluation des impacts socio-économiques de ces deux phénomènes. Les indicateurs exposés ne sont pas exhaustifs et devraient être complétés par des indicateurs encore plus ciblés sur ces problématiques. Ces deux exemples montrent à quel point il peut être illusoire de vouloir appliquer les mêmes indicateurs aux mêmes échelles spatiales et temporelles dans tous les cas de figure et encore plus utopique d'avoir recours à un indicateur synthétique unique qui soit réellement significatif.

Tableau 2 : Tableau de bord "pollution des eaux du lagon"

| Type de dégradation | Indicateurs choisis | Niveau de pertinence | Type d'évolution par rapport à l'état zéro | Echelle temporelle de l'évaluation | | | Echelle spatiale de l'évaluation | | |
|-----------------------------|---|----------------------|--|------------------------------------|----|----|----------------------------------|----|---|
| | | | | CT | MT | LT | S | LR | R |
| Pollution des eaux du lagon | Fréquentation des plages par les touristes | xxx | Diminution | x | x | | x | x | |
| | Fréquentation des plages par les locaux | xxx | Diminution | x | x | | x | x | |
| | Estimation du chiffre d'affaire de la plongée sous-marine | xxx | Diminution | x | x | | | | |
| | Estimation du nombre de réunionnais pratiquant la plongée sous-marine | xxx | Diminution | x | x | | | | x |
| | Estimation du nombre de pêcheurs | xxx | Diminution | x | x | | x | x | |
| | Fréquentation touristique des spots de surf | xx | Diminution | x | x | | x | x | |
| | Appréciation des touristes ayant fréquenté les plages coralliennes | xx | Diminution | x | | | x | x | |
| | Niveau de satisfaction des touristes ayant pratiqué un sport de glisse | xx | Diminution | x | | | x | | |
| | Estimation du nombre de réunionnais pratiquant les sports de glisse | xx | Diminution | x | | | | | x |
| | Indicateurs de satisfaction chez les pratiquants des sports de glisse | xx | Diminution | x | | | | | x |
| | Estimation du chiffre d'affaire des écoles de surf | xx | Diminution | x | x | | | x | |
| | Niveau de satisfaction des riverains | xx | Diminution | x | x | | x | x | |
| | Nombre de scientifiques et d'étudiants impliqués dans la recherche sur les récifs | xx | Augmentation | x | x | | | | x |
| | Nombre de personnes impliquées ou sensibilisées à la protection des récifs | xx | Augmentation | | x | x | | | x |
| | Estimation du chiffre d'affaires des services de restauration | xx | Diminution | x | x | | x | x | |
| | Estimation du chiffre d'affaire de l'hébergement touristique | xx | Diminution | x | x | | x | x | |
| | Nombre de commerces situés à proximité des plages | x | Diminution | | x | x | x | | |
| | Taux d'occupation des structures d'hébergement | x | Diminution | x | x | | x | x | |
| | Les emplois salariés dans l'hôtellerie | x | Diminution | | x | x | x | x | |
| | Revenus des établissements hôteliers | x | Diminution | | | | x | x | |
| | Dénombrement de la population "riveraine" | x | Diminution | | x | x | x | x | |
| | Proportion de logements vacants | x | Diminution | | x | x | x | x | |

CT = Court terme, MT = Moyen terme, LT = Long terme, S = Sites, LR = Ensemble du littoral récifal, R = Réunion

Tableau 3 : Tableau de bord "blanchissement"

| Type de dégradation | Indicateurs choisis | Niveau de pertinence | Type d'évolution par rapport à l'état zéro | Echelle temporelle de l'évaluation | | | Echelle spatiale de l'évaluation | | |
|---------------------|---|----------------------|--|------------------------------------|----|----|----------------------------------|----|---|
| | | | | CT | MT | LT | S | LR | R |
| Blanchissement | Fréquentation touristique des sites de plongée | xxx | Diminution | x | x | x | x | x | |
| | La mer comme cause d'attraction touristique | xxx | Diminution | x | x | x | | | x |
| | Fréquentation touristique des bateaux à fond de verre | xxx | Diminution | x | x | x | x | x | |
| | Appréciation des touristes ayant fait une ou plusieurs plongée(s) sous-marine(s) | xxx | Diminution | x | x | x | x | x | |
| | Satisfaction des touristes ayant fait une sortie avec un bateau à fond de verre | xxx | Diminution | x | x | x | x | | |
| | Différentiel de prix selon les principales destinations « plongée » | xxx | Augmentation | | x | x | | | x |
| | Estimation du nombre de réunionnais pratiquant la plongée sous-marine | xxx | Diminution | x | x | x | | | x |
| | Indicateurs de satisfaction des pratiquants de plongée sous-marine | xxx | Diminution | x | x | x | | | x |
| | Estimation du chiffre d'affaire de la plongée sous-marine | xxx | Diminution | x | x | x | | x | |
| | Estimation du chiffre d'affaires des bateaux à fond de verre | xxx | Diminution | x | x | x | | x | |
| | Estimation du nombre de pêcheurs | xx | Diminution | | x | x | | x | |
| | La valeur esthétique à partir des photographies | xx | Diminution | x | x | x | x | x | |
| | Les emplois de la photographie | xx | Diminution | x | x | x | | | x |
| | Prix du foncier | xx | Diminution | | x | x | x | x | |
| | Nombre de scientifiques et d'étudiants impliqués dans la recherche sur les récifs | xx | Augmentation | x | x | x | | | x |
| | Nombre de personnes impliquées ou sensibilisées à la protection des récifs | xx | Augmentation | | | | | | x |
| | Taux d'occupation des structures d'hébergement | x | Diminution | x | x | x | x | x | |
| | Les emplois salariés dans l'hôtellerie | x | Diminution | | x | x | | x | |
| | Revenus des établissements hôteliers | x | Diminution | | x | x | x | x | |
| | Niveau de satisfaction des riverains | x | Diminution | | x | x | x | x | |

CT = Court terme, MT = Moyen terme, LT = Long terme, S = Sites, LR = Ensemble du littoral récifal, R = Réunion

III. Discussion : La demande sociale en matière d'indicateurs de gestion

La demande d'indicateurs par les gestionnaires dépend-elle de l'offre ?

Les indicateurs qui viennent d'être présentés ont été élaborés « à dire d'experts » sans qu'une demande sociale spontanée ait été formulée à ce sujet par les élus et décideurs économiques du littoral. L'unique demande sociale dont nous pouvons faire état s'est exprimée sous la forme d'un consentement à payer (le financement du programme Valsécour¹¹) puis de discussions avec la DIREN à l'occasion de l'évaluation à mi-parcours de ce programme (Mirault et David, 2002). L'absence de demande sociale spontanée traduit-elle le désintérêt des gestionnaires pour des indicateurs de gestion des récifs coralliens ou plus simplement la méconnaissance du programme Valsécour ? Auquel cas, l'expression d'une demande en matière de gestion de l'environnement serait largement tributaire de l'existence d'une offre.

L'action pilote « Réunion » du projet AGIL (Aide à la gestion intégrée des littoraux) a permis de tester cette hypothèse que nous avons émise à mi-parcours du programme Valsecor¹². Visant à étudier l'apport de l'observation de la terre pour assurer une gestion intégrée du littoral récifal de la Réunion et des bassins versants en amont, cette action pilote devait permettre de comparer les indicateurs à dire d'experts élaborés par l'équipe AGIL aux indicateurs utilisés par les acteurs des bassins versants et du littoral dans la gestion quotidienne de leur territoire. Au total, 46 personnes appartenant à 22 institutions différentes (9 administrations, 5 organisations professionnelles, 4 collectivités territoriales, 4 ONG) ont été enquêtées dans le cadre d'entretiens semi-directifs. A chacun d'eux, un diaporama détaillant une quinzaine de produits satellitaires a été présenté.

L'objectif était de faire réagir les personnes enquêtées vis-à-vis de l'imagerie satellitaire et des indicateurs potentiels de gestion du littoral et des bassins versants qui peuvent en être tirés (David *et al.*, 2005). Malgré le statut des personnes interrogées (22 d'entre elles occupaient des postes de direction et de décision, alors que les 24 autres étaient en charge de postes de chargés d'études et de gestion effective), il est vite apparu qu'aucun organisme n'utilisait couramment d'indicateurs pour piloter son activité ou le territoire dont il avait la charge. L'EPCI¹³ « Territoire des Communes de l'Ouest » (TCO) est l'unique institution qui envisageait de le faire. Dans le cadre de l'élaboration du Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) dont elle a la charge, elle a fait appel à un bureau d'étude pour sélectionner une cinquantaine d'indicateurs couvrant la sphère la plus large possible des thématiques couvertes par le SCOT (Brun, 2004). Ces indicateurs sont en majorité représentés sous forme cartographique et répondent à un besoin de suivi annuel des thématiques sectorielles du SCOT.

En revanche, au vu des produits satellitaires proposés par l'équipe AGIL, de nombreux acteurs se sont déclarés intéressés pour utiliser sur une base régulière (tous les 6 mois ou un an) les images spot à très haute résolution (pixel de 2,5 m) comme témoin des changements intervenus dans l'occupation du sol suite à la mise en œuvre des politiques publiques de gestion et d'aménagement du territoire. Ils exprimaient alors de fait une demande, jusqu'alors potentielle, vis-à-vis d'un indicateur de

¹¹ Portant sur la valeur socio-économique des récifs coralliens de la Réunion, le programme VALSECOR a fait l'objet d'un financement conjoint de l'Europe (FEDER) et de la DIREN Réunion.

¹² AGIL est un consortium se composant du BRGM, de BRL Ingénierie, du CIRAD, de l'IFREMER, de l'IRD et de SCOT Conseils. Mis en place en réponse à l'appel d'offre du Réseau Terre/Espace du Ministère de la Recherche il avait pour objectif principal de préciser les contributions de l'observation terrestre aux différentes phases du processus de gestion côtière et de développer des approches novatrices en la matière, en s'appuyant sur des cas précis et représentatifs de la diversité des situations. D'une durée de deux ans (mi 2003 à la mi 2005), le projet AGIL s'est employé à dresser un « état de l'art » en ce qui concerne la GIZC, l'observation de la terre et l'utilisation de cette dernière dans la GIZC, la seconde année étant réservée à la mise en place de deux actions pilotes : l'une sur les étangs du Languedoc, l'autre sur le littoral récifal de la Réunion (Lointier *et al.*, 2005).

¹³ EPCI : établissement public de coopération intercommunale.

présence/absence d'un état de surface, analysé en référence aux règles en vigueur en matière d'urbanisation, de développement agricole ou d'environnement.

Au total, trois formes de demande ont été révélées par cette présentation des produits satellitaires AGIL : des indicateurs pour le suivi de dynamiques d'usage de l'espace, et notamment de l'urbanisation et des aménagements, à l'échelle d'unités de gestion territoriale (commune ou communauté de commune); des indicateurs sectoriels à des fins de conseil à l'échelle de zones géographiques (littoral, mi-pentes, hauts); des indicateurs permettant de contrôler l'application de la réglementation. C'est donc la connaissance de l'offre qui a permis de révéler la demande.

Comment interpréter l'absence d'expression d'une demande sociale ?

Dans les deux exemples présentés, on se situe à un stade très préliminaire de relations entre science et demande sociale. Dans le schéma usuel, les acteurs de terrain formulent une demande dite « sociale » aux scientifiques qui mettent alors des recherches dites « finalisées » pour y répondre. Ne pas exprimer de demande sociale à la science peut avoir deux significations.

1) Soit les acteurs jugent inutile de formuler une demande dont ils considèrent que la réponse qui sera apportée par les scientifiques sera peu adéquate, tant pour des problèmes de temporalité – le temps du chercheur étant notoirement plus long que celui des acteurs et gestionnaires du territoire –, que de forme dans la restitution des travaux effectués. Ainsi les décideurs préfèrent faire appel aux bureaux d'étude qu'ils considèrent comme étant plus à l'écoute de leur demande et qui jouent parfois le rôle de médiateurs entre les scientifiques et les décideurs. Normalement dans le cas de réponse des scientifiques sous forme d'indicateurs, les problèmes de restitution sont en partie levés mais les pratiquent et les défiances demeurent. Ainsi si les présentations des produits AGIL ont permis de révéler une demande potentielle d'indicateurs, les interlocuteurs ont bien précisé qu'ils ne les adopteraient qu'après les avoir testés et aucun d'entre eux n'a fait mention d'un quelconque consentement à payer pour disposer de ces indicateurs.

2) Soit les scientifiques et les gestionnaires n'ont pas la même représentation du système à gérer. Ainsi est-il rare que ces derniers se représentent le territoire qu'il gère comme un système dont ils assurent le pilotage. De ce fait ils n'ont aucune demande vis-à-vis d'indicateurs leur facilitant un pilotage qu'ils ne conceptualisent pas.

Dans un cas comme dans l'autre, la démarche de scientifiques qui désirent venir en appui à la gestion du territoire consiste à proposer une offre de connaissances. Mais se pose alors le problème de la méthode de construction de ces indicateurs. Dans le premier cas, cette offre porte sur des produits pouvant répondre de manière adéquate à la demande potentielle des acteurs. La démarche consiste donc dans un premier temps soit à construire cette demande potentielle à dire « d'expert », soit à co-construire avec les acteurs eux-mêmes une demande qui soit plus en prise avec leurs préoccupations pour dans un second temps élaborer à dire d'experts une offre susceptible de répondre à la demande.

Co-construire l'offre d'indicateurs est une étape supplémentaire dans la prise en compte de la demande dans la construction d'indicateurs. Cette co-construction exige une volonté commune de travailler ensemble, qui généralement est le fruit d'une relation de confiance, voire de connivence, élaborée antérieurement. Il est à noter que cette confiance peut s'établir lors de la co-construction de la demande. Au total on a 4 scénarios envisageables selon le degré de confiance ou de connivence entre scientifiques et décideurs et la connaissance par les scientifiques du terrain (tableau 4).

Tableau 4 – Scénarii envisageables pour bâtir une offre d’indicateurs dans un contexte de non demande sociale

| | Etape 1 | Etape 2 | Conditions requises en préalable |
|-------------------|--|---|---|
| Scénario 1 | Construction à dire d’expert d’une demande potentielle | Elaboration d’une offre à dire d’experts | Bonne connaissance du terrain par les scientifiques « experts » ; formes de restitution des indicateurs dans des forums institutionnels à prévoir |
| Scénario 2 | Co-construction d’une demande | Elaboration d’une offre à dire d’experts | Bonne connaissance du terrain par les scientifiques « experts ». Analyse de l’usage des indicateurs produits à prévoir |
| Scénario 3 | Expression d’une demande sociale par les acteurs | Co-construction d’une offre d’indicateurs | Relation de confiance entre acteurs de terrain et scientifiques |
| Scénario 4 | Co-construction d’une demande | Co-construction d’une offre d’indicateurs | Méthodes permettant cette construction dans des délais raisonnables ; |

Dans le second cas, l’offre porte sur la construction d’une représentation partagée du système, c’est-à-dire d’un modèle conceptuel de fonctionnement du modèle de pilotage territorial. Cette construction permettra ensuite de co-élaborer avec les acteurs des indicateurs de pilotage en réponse à la demande qu’aura suscitée la connaissance du modèle conceptuel. Dans ce cas, un champ méthodologique est à développer en termes de recherche participative avec les acteurs.

Une forme de demande sociale bien identifiée : la gestion de crises

A la Réunion, la demande en matière d’indicateurs de gestion est-elle toujours si peu développée que les relations « décideurs/scientifiques » s’inscrivent toujours dans un modèle conceptuel selon lequel l’offre déterminerait la demande d’indicateurs ?

La réponse est résolument négative. Il est un domaine où la demande d’indicateurs est réelle, c’est celui de la gestion de crises. Les réunions préparatoires à la mise en place de la future directive cadre européenne sur l’eau (DCEE) tenues en février 2006 à l’initiative de la DIREN pour élaborer un système d’information environnemental ¹⁴ ont été particulièrement révélatrices en ce domaine. Si l’objectif principal était le système d’information environnemental, la plupart des acteurs présents à la première réunion plénière ont souligné le risque que représentaient pour la qualité des eaux, les épisodes climatiques extrêmes que sont les sécheresses et les crues et la nécessité de disposer d’indicateurs permettant de gérer ces crises lorsque celles-ci interviennent.

Selon ce point de vue, le principal intérêt des indicateurs serait d’assister la décision humaine lorsque celle-ci est à la fois saturée d’informations nombreuses mais peu utiles et en recherche de quelques informations pertinentes sur lesquelles elle pourra se fonder pour que l’action soit couronnée de succès.

Une telle demande n’est pas spécifique à la gestion des eaux douces ou marines. Elle est pratiquement récurrente en matière de blanchissement des récifs, phénomène qui intervient chaque année à la Réunion aux alentours des mois de février / mars ¹⁵. La DIREN réunit alors une cellule de crise chargée d’estimer la distribution géographique du phénomène et d’évaluer les dommages subits par l’écosystème corallien. Ce dont la DIREN a alors besoin, ce sont des indicateurs permettant de renseigner ce phénomène catastrophique et de gérer une situation de crise. Une telle demande nous semble pouvoir être généralisée à tout service de l’Etat et des collectivités territoriales ayant en

¹⁴ Le SIE devant suivre et évaluer les progrès accomplis par la Réunion pour être en conformité en 2015 avec cette directive.

¹⁵ Lorsque les eaux du lagon atteignent une température élevée ou que des dessalures intenses se font jour à la suite de fortes pluies

charge un territoire ou des ressources soumises à tout aléa naturel ou anthropique susceptible de générer une crise écologique, économique ou sociale.

Comment traiter la demande d'indicateurs de gestion des crises ?

Les demandes de ce type posent au scientifique deux questions très claires :

- peut-on se contenter d'élaborer des indicateurs uniquement pour la gestion des crises sans se préoccuper des indicateurs permettant de gérer en routine le système territorial ?
- Ou faut-il au contraire mettre l'accent sur ce dernier type d'indicateurs, en espérant que la connaissance fine du fonctionnement du système permettra d'identifier des dysfonctionnements effectifs ou de cerner les risques de dysfonctionnement futurs ?

Répondre favorablement à la première question revient d'une part à privilégier l'hypothèse des aléas extérieurs au système comme facteurs de déclenchement des crises et d'autre part à consacrer un découplage entre l'étude du fonctionnement du système et celle des crises qui peuvent l'affecter. D'évidence, ce point de vue est partagé par la majorité des acteurs structurant ou susceptible de construire la demande sociale en matière d'indicateurs de gestion du littoral et des bassins versants. Trois raisons peuvent être invoquées : a) la mise en visibilité de l'expertise demandée est plus grande (D. Foray 1997, 2002) ; b) l'accent sur les situations de crises permet de tracer les contours de la population sur laquelle doit porter la décision ; c) Il est probablement plus confortable intellectuellement de considérer que les crises sont d'abord d'origine extérieure.

En revanche, répondre favorablement à la seconde question revient à considérer que l'étude des crises du système littoral et la construction d'indicateurs s'y rapportant ne peuvent être découplées de l'étude du fonctionnement du système et des indicateurs élaborés pour suivre ce fonctionnement. Dans ce cas, est privilégiée l'hypothèse des dysfonctionnements internes comme facteurs de déclenchement des crises, ou du moins du rôle aggravant de ces dysfonctionnements lorsqu'un aléa extérieur perturbe le système. L'itinéraire méthodologique que nous avons développé repose sur la connaissance du fonctionnement du géo-éco-sociosystème récifal et s'appuie donc sur ce second point de vue. Les indicateurs qui s'y rapportent ne sont pas des indicateurs de gestion de crise mais seront indispensables pour suivre toute crise future ou identifier de façon prospective des éléments de vulnérabilité dans le système.

Les quelques études qui sont effectuées dans le cadre du programme CORDIO dans la région océan Indien sur l'impact socio-économique du blanchissement des récifs coralliens montrent en effet l'extrême difficulté de caractériser cet impact, sans connaissance préalable de la situation « normale » ayant précédé les épisodes de blanchissement et des indicateurs se rapportant à cette situation. Il existe donc un décalage entre les représentations des élus et gestionnaires du littoral -qui motivent leur demande vis-à-vis de la construction d'indicateurs de gestion de ces espaces-, et le point de vue des scientifiques qui fonde leur pratique des études de terrain.

Conclusion

Pour lier demande des usagers et apports des scientifiques dans le cas des indicateurs de gestion environnementale, trois directions peuvent être identifiées :

- *Associer les gestionnaires et usagers des indicateurs à leur production*

On l'a vu, la demande sociale n'est pas toujours exprimée. Pour combler l'espace entre offre des scientifiques et demande sociale d'indicateurs, on peut penser à élaborer ou révéler conjointement une demande, et aller jusqu'à la co-construction d'une offre d'indicateurs. Cela suppose de

développer des méthodologies qui permettent cette co-construction entre savoirs des usagers et savoirs scientifiques. Un collectif de chercheurs regroupé au sein du réseau Commod (Etienne et al., 2005) a développé une telle démarche de co-construction pour la tester dans les domaines de la gestion des espaces naturels (d'Aquino et al., 2003; Etienne et al., 2005), de la gestion de l'eau ou d'autres ressources naturelles. Cette démarche utilise des modèles de simulation et des jeux de rôles comme outils de médiation pour stimuler la participation des acteurs dans l'élaboration de scénarios d'aménagement (Bousquet et al., 2004). La démarche est utilisée dans trois directions : se donner une représentation partagée des interactions entre acteurs et ressources; accompagner des médiations entre usagers ; aider à élaborer des scénarios pour la mise en place de plans d'aménagement.

- Se donner un objectif de cohérence entre demande sociale et réponse des scientifiques.

Cette communication a tenté d'illustrer deux cas où cette cohérence est à renforcer. L'exemple du blanchissement des coraux montre le besoin de coordonner les échelles temporelles d'analyse. Un suivi long est nécessaire pour appréhender le phénomène et arriver à une évaluation de ses impacts. Or ce temps long d'analyse ne répond pas au temps de la décision publique : l'influence des indicateurs produits sur les choix de gestion est alors réduite.

L'exemple d'AGIL illustre comment les échelles spatiales d'appréhension des phénomènes divergent selon les gestionnaires concernés et leurs objectifs d'utilisation des indicateurs (suivi ex-post, ou conseil ex ante, contrôle) : il est de fait difficile de disposer d'un ensemble d'indicateurs valable pour l'ensemble des acteurs. L'accent doit alors être mis par la recherche sur les processus de sélection des indicateurs pertinents, la nature de l'usage des indicateurs produits et le suivi de cet usage.

- Considérer la question de la décision et de la responsabilité publiques

La demande d'indicateurs par les acteurs est liée à la définition de territoires d'action et d'évaluation de l'action publique. L'offre d'indicateurs (par une expertise co-construite ou non) ne peut ignorer l'expression des rapports de pouvoir dans la gestion et la question de la responsabilité publique. Le cas de la gestion des crises et de la demande d'indicateurs d'alerte en est une illustration.

Le lien entre demande d'indicateurs de gestion environnementale, expertise scientifique et décision publique se construit bien via la responsabilité publique. Des mécanismes et espaces de discussion sont nécessaires pour aborder ce lien. Mais les expériences de plate-forme d'élaboration d'indicateurs de gestion durable, montrent que l'existence de tels mécanismes ne garantissent pas un changement de la prise de décision environnementale, notamment quand ces plateformes ne considèrent pas les contraintes économiques et politiques des acteurs en jeu.

Références bibliographiques

- BELLWOOD, D.R., HUGHES, T.P., FOLKE, C., NYSTRÖM, M.N. (2004). Confronting the Coral Reef Crisis. *Nature*, vol. 429, 827-833.
- BOULANGER (2005). Les indicateurs de développement durable : un défi scientifique *Publication de la chaire développement durable* de l'Ecole Polytechnique, IDDRI, Ecole Polytechnique, vol. pp. 1-27.
- BRUN, P. (2005). Identification des indicateurs avec les partenaires TCO, mission octobre-décembre 2004. Lyon, Agence d'urbanisme de Lyon, 95 p.
- BOUSQUET F, LE PAGE C. (2004). Multi-agent simulations and ecosystem management: a review, *Ecological Modelling*, 176 (3-4), p. 313-332.

CLUA, E., BELIAEFF, B., CHAUVET, C., DAVID, G., FERRARIS, J., KRONEN, M., KULBICKI, M. LABROSSE, P., LETOURNEUR, Y., PELLETIER, D., THEBAUD, O., LEOPOLD L. (2005). Towards Multidisciplinary Indicator Dashboards for Coral Reef Fisheries Management. *Aquatic Living Resources*, n°18, pp. 199-213.

COMMISSION ENVIRONNEMENT LITTORAL (2002). *Pour une approche intégrée de gestion intégrée des zones côtières. Initiatives locales – Stratégie nationale*, Rapport au Gouvernement, Septembre 2002, 82 p.

CONAND C., CHABANET P., QUOD J. P., BIGOT L., JEUDY DE GRISSAC C. A. (1998). *Manuel méthodologique pour le suivi de l'état de santé des récifs coralliens du sud-ouest de l'océan indien*. Publication du Programme Régional Environnement de la Commission de l'Océan Indien : 27p.

D'AQUINO P., LE PAGE C., BOUSQUET F., BAH A. (2003). Using self-designed role-playing games and a multi-agent system to empower a local decision-making process for land use management: The SelfCormas experiment in Senegal, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 6(3).

DAVID G., ANTONA, M., BOTTA, A., DARÉ, W., DENIS, J., DURIEUX, L. LOINTIER, M., MIRAULT, E., THOMASSIN, A. (2005). La gestion intégrée du littoral récifal de La Réunion : de la connaissance scientifique à l'action publique, jeux d'échelles et jeux d'acteurs. Colloque "Prospective du littoral, prospective pour le littoral" Paris, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 1-2 mars 2005. 16 p. multigr.

ETIENNE M., COLLECTIF COMMOD (2005). La modélisation comme outil d'accompagnement. *Natures, Sciences et Sociétés*, 13 : 165-168.

FORAY D. (1997). Crise technologique et apprentissage par l'économie de la connaissance, document de travail IMRI, 97/08,

FORAY D. (2002). Les nouvelles formes d'innovation dans l'économie de la connaissance : explications, expressions, enjeux, in *l'Encyclopédie de l'Innovation*, éditée par P.Mustar et H.Pénan.

GELL, F.R., ROBERTS, C.M. (2003). Benefits beyond boundaries : fishery effects of marine reserves. *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 18: 448-454.

LEMOIS R.M. (1995). The nature of values, axiological investigations, Gainesville: University Press of Florida, 220p.

LILLE D. (ED.) (2004). Gestion durable de la ressource en eau des îles Loyauté (2002-2004. Rapport final du programme SAGE. IRD/Province des Iles Loyautés, 217 p.

LOINTIER, M., ANTONA, M., BOTTA, A., CARNUS, F., DARÉ, W., DAVID, G., DENIS, J., DURIEUX, L., GANZIN, N., HEURTEAUX, V., LOUBERSAC, L., OLIVEIROS, C., ROQUE, J.M. (2005). Projet AGIL, Rapport final. Paris, Ministère de la Recherche, Réseau terre Espace, 60 p + Cd Annexes.

MIRAULT, E., (2006) *Les fonctions et enjeux socio-économiques des écosystèmes récifaux : une approche géographique des valeurs de l'environnement appliquée à l'île de la Réunion*. Thèse. Université de Paris X. 650p.

MIRAULT, E., DAVID, G. (2002) *Estimation de la Valeur socio-économique des récifs coralliens de l'île de La Réunion*, Rapport à mi-parcours. IRD, DIREN, UE. 32p.

MOBERG, F., RÖNNBÄCK, P., (2003). Ecosystem services of the tropical seascape: interactions, substitutions and restoration. *Ocean & Coastal Management*, 46: 27-46.

PELLETIER, D., GARCÍA-CHARTON, J.A., FERRARIS, J., DAVID, G., THÉBAUD, O., LETOURNEUR, Y., CLAUDET, C., AMAND, A., KULBICKI, M., GALZIN, R. (2004). Designing indicators for evaluating the impact of

Marine Protected Areas on coral reef ecosystems: a multidisciplinary standpoint. *Aquatic Living Resources*, n°18 : 15-33.

RUSS, G.R. (2002). Yet another review of marine reserves as reef fishery management tools. In Sale P.F. (Ed.). *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem*. San Diego, Academic Press: 421-443.

SALE, P., COWEN, R.K., DANILOWICZ, B.S., GEOFFREY, P.J., KRITZER, J., LINDEMAN, K.C., PLANES, S. POLUNIN, N., RUSS, G. SADOVY, Y., STENECK, R. (2005). Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves. *Trends in Ecology and Evolution*, vol.20, n°2: 74-80.

SCHMIDT, R., OSENBURG, C. (ed.) (1996). Detection of ecological impacts, concepts and application in coastal habitats. San Diego, Academic Press, 401 p.

SALM ET AL. 1984. SALM, R.V., CLARK, J.R. (eds) (1984). *Marine and coastal protected areas : a guideline for planners and managers*, Gland, IUCN, 302 p.

SALVAT B. (1987). Impacts des activités humaines sur les récifs coralliens : connaissances et recommandations. Papetoai : Muséum national d'histoire naturelle et EPHE de Tahiti ; Centre de biologie et d'écologie tropicale et méditerranéenne. 253p.

WILKINSON, C. (ed.) (1998). *Status of Coral Reefs of the World : 1998*. Australian Institute of Marine Science, Townsville.

Annexe 1- Exemple de fiche indicateur

| | |
|--|--|
| Indicateur d'attractivité : fréquentation des plages par les locaux | |
| Valeur(s) exprimée(s) | Valeur récréative |
| Type(s) d'usage(s) ou activité(s) concerné(s) | Usages semi-directs |
| Présentation de l'indicateur | |
| Objectif(s) : | Estimer la valeur récréative de l'écosystème corallien à partir de la fréquentation des plages par les personnes vivant à la Réunion. |
| Définition et description méthodologique | L'estimation de l'attractivité des plages est faite à partir de la fréquentation des différents sites. Cette estimation est réalisée à partir des comptages réalisés directement sur les plages. Nous avons décidé d'utiliser les chiffres de fréquentation maximale. Ces chiffres sont le résultat d'une moyenne calculée à partir des relevés effectués durant plusieurs dimanche d'été austral, à l'heure de pointe. |
| Méthode de calcul | $AP_i = \Sigma(P.P + P.Z.B)$ k zones (i = 1...k); AP = Attractivité des plages PP = Personnes présentes sur la plage PZB = Personnes présentes dans la zone de bain $DP_i = \Sigma(P.P + P.Z.B)$ DP = Densités de population sur les plages SP = Superficie des plages |
| Unité de mesure | Nombre de personnes |
| Echelle spatiale | Principales plages coralliennes |
| Echelle temporelle | 2003 |
| Relation avec d'autres indicateurs | Indicateur de fréquence des visites |
| Les données : | |
| Types de données nécessaires | Résultats des comptages réalisés sur les différentes plages. Seuls les chiffres des pics de fréquentation ont été pris en considération. |
| Sources | Comptages E. Mirault, IRD. |
| Propriétaire | IRD |
| Accessibilité | Accessibles |
| Méthode de collecte | Comptages |
| Fréquence | Ponctuels |
| Limite(s) des données utilisées | Dans l'idéal il aurait été souhaitable de calculer la fréquentation sur une année. N'étant pas envisageable de réaliser des relevés tous les jours de l'année sur l'ensemble des sites il faudrait extrapoler les chiffres obtenus lors des différents comptages. Cela nécessiterait de faire des pondérations en fonction des vacances scolaires, des jours fériés, des conditions météorologiques. De telles extrapolations risquant d'être fortement biaisées, nous avons préféré nous abstenir, plutôt que de présenter des résultats très aléatoires. Deuxième limite des données utilisées est la non distinction entre les réunionnais (personnes vivant dans le département) et les touristes. |
| Références bibliographiques | |
| Représentation | |
| Tableau, graphique, carte... | Cartes |
| Interprétation | |
| Limite(s) de l'indicateur | Pour que cet indicateur soit comparable dans le temps il faudra que les comptages soient impérativement réalisés dans les mêmes conditions. |
| Commentaires | |